

REALE ACCADEMIA D'ITALIA

SCRITTI

DI

GUGLIELMO MARCONI



ROMA

REALE ACCADEMIA D'ITALIA

1941-XIX

PER IL PREMIO NOBEL(*)

(*)Letto innanzi alla Reale Accademia di Scienze di Stoccolma, l'11 dicembre 1909.

Le scoperte relative alla propagazione delle onde elettriche a grande distanza e le applicazioni della telegrafia attraverso lo spazio, che mi hanno procurato l'alto onore di dividere il Premio Nobel per la Fisica, sono in gran parte la conseguenza le une delle altre.

L'utilizzazione delle onde elettriche per le comunicazioni telegrafiche senza filo fra regioni della terra fra loro distanti, e le esperienze, che ho avuto la fortuna di poter svolgere su scala più vasta di quanto non sia ottenibile negli ordinari laboratori, hanno reso possibile di studiare fenomeni e di constatare risultati spesso nuovi ed inattesi.

Ritengo che molti fenomeni, che si presentano nella trasmissione di onde elettriche su grandi distanze, non abbiano ancora avuto una spiegazione soddisfacente, ed io mi propongo di esporvi in questa mia conferenza alcune osservazioni, che sembrano meritare l'attenzione degli studiosi di fisica.

Nel tracciare brevemente la storia del mio contributo alla realizzazione della radio telegrafia, debbo dire che non ho mai studiato in modo regolare la Fisica e l'Elettrotecnica, per quanto fin da ragazzo abbia nutrito il più vivo interesse per questi argomenti.

Ho, tuttavia, seguito un corso di conferenze sulla Fisica tenuto dal compianto prof. Rosa a Livorno e posso asserire di essermi tenuto diligentemente al corrente di tutte le pubblicazioni di quel tempo relative ad argomenti scientifici comprendenti lavori di Hertz, Branly e Righi.

Nella mia casa presso Bologna, in Italia, io intrapresi fin dal 1895 delle prove e delle esperienze volte a stabilire se fosse possibile trasmettere a distanza, per mezzo delle onde hertziane, segnali telegrafici e segni convenzionali senza ricorrere alla connessione per filo. Dopo alcune esperienze preliminari con le onde hertziane io mi convinsi rapidamente che, se fosse stato possibile trasmettere e ricevere in modo sicuro ed a distanze considerevoli queste onde o altre simili, si sarebbe realizzato un nuovo sistema di comunicazioni dotato di grandissimi vantaggi di fronte ai metodi a lampi di luce ed ottici, la cui pratica utilizzazione è tanto subordinata alle favorevoli condizioni atmosferiche.

Nelle mie prime prove ho adoperato un comune oscillatore di Hertz e, come rivelatore, un coesore di Branly; ma presto mi sono reso conto che il coesore di Branly era troppo poco stabile e sicuro per un'utilizzazione veramente pratica.

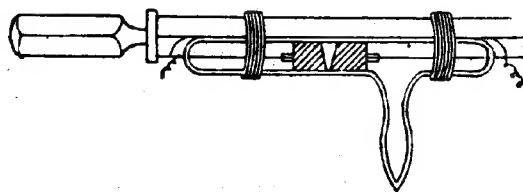


Fig. 1

Dopo alcune esperienze scopersi che un coesore, costruito secondo lo schema rappresentato nella figura 1 e consistente in limatura di nickel e argento posta fra due tappi d'argento in un tubo, era notevolmente sensibile e sicuro. Questo perfezionamento e il fatto di aver inserito il coesore in un circuito accordato con la lunghezza di onda della radiazione trasmessa, mi permisero di aumentare gradualmente a circa un miglio la distanza alla quale potevo azionare il ricevitore.

Un altro espediente, oggi assai conosciuto, al quale ricorsi, consistette nell'inserire il coesore in un circuito con una cella voltaica e un sensibile relé telegrafico azionante un altro circuito che faceva funzionare un martelletto o un vibratore. Con un tasto Morse inserito in uno dei circuiti dell'oscillatore o trasmettitore era possibile emettere successioni brevi o lunghe di onde

elettriche, che azionavano il ricevitore a distanza e permettevano di riprodurre esattamente i segnali telegrafici trasmessi attraverso lo spazio dall'oscillatore.

Con tale apparecchio io potei telegrafare ad una distanza di circa mezzo miglio.

Alcuni ulteriori perfezionamenti vennero ottenuti utilizzando riflettori sia per i trasmettitori sia per i ricevitori. Come trasmettitore feci uso allora dell'oscillatore di Righi.

Dette modifiche permisero di inviare segnali in una direzione definita, ma si dimostrarono prive di effetto se grandi ostacoli o colline si trovavano per caso interposte tra trasmettitore e ricevitore.

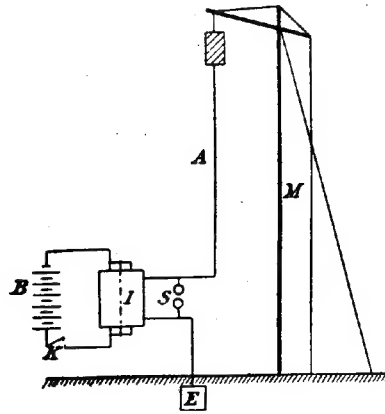


Fig. 2

Nell'agosto 1895 scopersi un nuovo dispositivo che, non soltanto aumentò notevolmente la distanza alla quale potevo comunicare, ma sembrò anche rendere la trasmissione indipendente dagli effetti degli ostacoli interposti.

Nel nuovo circuito, uno dei terminali dell'oscillatore di Hertz o produttore di scintille era connesso alla terra e l'altro a un conduttore o ad una superficie capacitativa posta ad una certa altezza al di sopra del terreno; anche al ricevitore uno dei terminali del coesore era connesso alla terra e l'altro ad un conduttore elevato (figure 2 e 3).

Cominciai poi a studiare la relazione fra la distanza alla quale il trasmettitore poteva azionare il ricevitore e l'altezza della superficie capacitativa al di sopra del terreno; potei presto stabilire in modo certo che tanto più alte erano queste superfici o i conduttori, tanto più grande era la distanza massima alla quale potevo telegrafare.

Constatai così che, usando come conduttori elevati o superfici capacitative dei cubi di latta di circa cm. 30 di lato, posti su pali alti 2 metri, potevo ricevere i segnali a circa 30 metri di distanza. Se ponevo invece i cubi a 4 metri di altezza ricevevo a circa 100 metri, se li ponevo a 8 metri ricevevo a 400 metri.

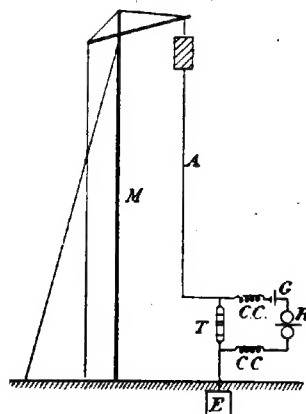


Fig. 3

Con cubi più grandi di cm. 100 di lato posti ad un'altezza di 8 metri, si poterono trasmettere segnali a 2400 metri in tutte le direzioni (1).

Questi esperimenti furono continuati in Inghilterra, dove, nel settembre 1896, si coprì una distanza di miglia 1 e 3/4 nel corso di esperienze effettuate a Salisbury per conto del Governo britannico. Nel marzo 1897 la portata della comunicazione fu aumentata a 4 miglia, e nel maggio dello stesso anno a 9. Alcuni messaggi registrati su strisce, trasmessi nel corso di queste esperienze e firmati dei funzionari del Governo britannico, che vi assistevano, sono qui esposti (2).

Per tutte queste prove veniva utilizzata energia elettrica di piccola potenza: la corrente ad alta tensione era infatti prodotta da un ordinario rocchetto di Ruhmkorff. I risultati ottenuti suscitarono il più vivo interessamento del pubblico, giudicandosi che le portate ottenute erano già degne di nota.

Come ho già spiegato, la caratteristica principale del mio sistema era quella dell'uso di superfici capacitive elevate o antenne collegate ad uno dei terminali degli oscillatori di alta frequenza e dei ricevitori, essendo l'altro terminale collegato alla terra.

Il valore pratico di questa innovazione non fu compreso per un considerevole periodo di tempo da numerosi fisici (3) e i risultati da me ottenuti vennero erroneamente attribuiti all'accuratezza nei dettagli di costruzione del ricevitore e all'impiego di considerevoli quantità di energia.

Altri non trascurarono il fatto che un cambiamento radicale era stato introdotto portando queste capacità alte dal suolo e la terra a far parte degli oscillatori ad alta frequenza e dei ricevitori.

Il prof. Ascoli di Roma sviluppò sulla rivista «L'Elettricista» di Roma (fascicolo di agosto 1897) una teoria molto interessante sul funzionamento dei miei trasmettitori e ricevitori. In essa egli ha giustamente attribuito i risultati da me ottenuti all'uso di conduttori elevati o antenne.

A conclusioni simili giunse anche il prof. Slaby di Charlottenburg (4), dopo aver assistito alle mie esperienze in Inghilterra nel 1897.

Molti scrittori di cose tecniche hanno asserito che una capacità posta alla sommità di un filo verticale non è necessaria.

Questo è vero se la lunghezza o altezza del conduttore è sufficiente, ma poichè questa altezza può essere resa assai minore per una data distanza se si utilizza una superficie capacitativa, è più economico ricorrere a queste capacità, che ora consistono generalmente in un certo numero di fili conduttori tesi dalla sommità del conduttore verticale. Talvolta è stata anche messa in dubbio l'utilità o la necessità della connessione di terra; io ritengo che sia impossibile realizzare un sistema pratico di telegrafia senza fili se gli strumenti non sono connessi alla terra.

Con le parole «connessi alla terra» io non intendo necessariamente una ordinaria connessione metallica come si usa per gli ordinari telegrafi con filo.

Il filo di terra può essere in serie con un condensatore o può essere connesso ad una superficie capacitativa posta in vicinanza della terra (fig. 4).

Oggi è a tutti noto che un condensatore, se sufficientemente grande, non impedisce il passaggio delle oscillazioni di alta frequenza; di conseguenza in questi casi la terra è praticamente connessa all'antenna.

Dopo numerose prove e dimostrazioni in Italia ed in Inghilterra su distanze varie fino ad un massimo di 40 miglia, fu stabilita per la prima volta nel marzo 1899 una comunicazione fra l'Inghilterra e la Francia attraverso il canale della Manica (5). (Fig. 5).

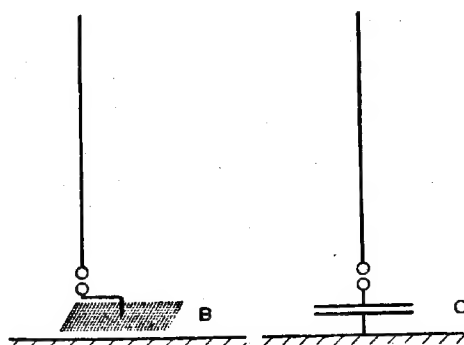


Fig. 4

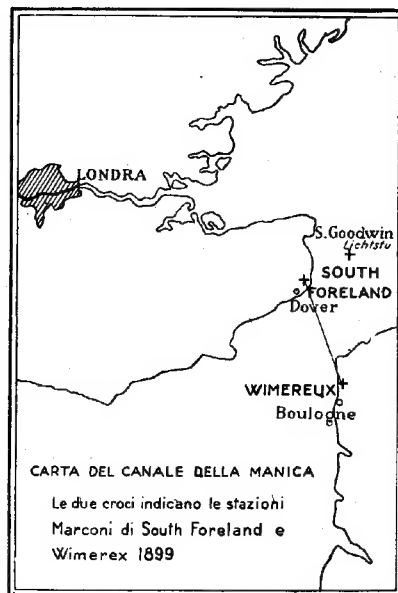


Fig. 5

Dal principio del 1898 io avevo praticamente abbandonato il circuito rappresentato nella figura 2 ed invece di connettere il coesore o rivelatore direttamente all'aereo e alla terra io lo connettevo agli estremi del secondario di un adatto trasformatore di oscillazioni contenente un condensatore ed accordato sul periodo delle onde elettriche ricevute. Il primario di questo trasformatore di oscillazioni era connesso al filo verticale ed alla terra (fig. 6).

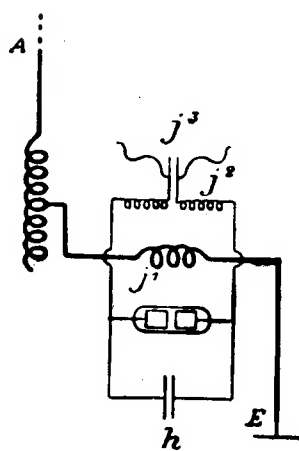


Fig. 6

Tale disposizione permetteva di ottenere un certo grado di sintonia, poichè variando il periodo di oscillazione dell'antenna trasmittente era possibile inviare messaggi ad un ricevitore accordato senza interferire con altri diversamente sintonizzati (6). Come oggi è a tutti noto, un trasmettitore consistente in un conduttore verticale, che si scarica attraverso ad uno spinterometro, non costituisce un oscillatore molto persistente e la radiazione che esso produce risulta considerevolmente smorzata. La sua capacità elettrica è comparativamente così piccola e la sua idoneità a irradiare energia così grande che le oscillazioni diminuiscono e si smorzano rapidamente. In questo caso i ricevitori o risuonatori di periodo o tono sensibilmente diverso possono facilmente ricevere i segnali da esso trasmessi.

Al principio del 1899 io fui in condizione di aumentare gli effetti di risonanza ottenibili, aumentando la capacità dei conduttori verticali col tendere vicino ad essi dei conduttori messi a terra ed inserendo in serie con gli aerei delle adatte bobine di induttanza (7).

Con questi mezzi venne aumentata la capacità dell'aereo di immagazzinare energia, mentre ne veniva diminuito il potere di irradiazione, con il risultato che l'energia messa in giuoco dalla scarica veniva a formare un treno o una successione di oscillazioni debolmente smorzate. La figura 7 mostra una variante di questo schema, grazie alla quale si ottennero eccellenti risultati.

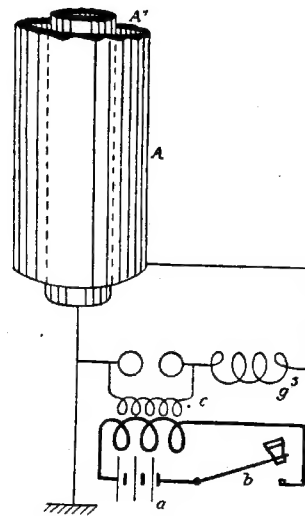


Fig. 7

Nel 1900 costruii e brevettai un sistema completo di trasmettitori e ricevitori che consistevano come al solito di superfici capacitive poste ad elevate connessioni dalla terra, ma queste erano accoppiate induttivamente ad un circuito oscillante comprendente un condensatore, un'induttanza e uno spinterometro o un rivelatore. Per il buon rendimento di questi sistemi trovai necessario che i periodi dell'oscillazione elettrica del conduttore verticale fossero in accordo o risonanza con quelli del circuito del condensatore e che i due circuiti del ricevitore fossero in risonanza elettrica con quelli del trasmettitore (8). (Fig. 8).

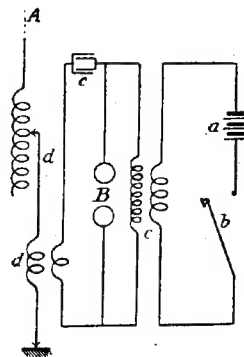


Fig. 8

I circuiti comprendenti il circuito oscillante e quello irradiante erano più o meno strettamente " accoppiati " col variare la distanza fra loro. Regolando l'induttanza inserita nel circuito del conduttore verticale e variando la capacità del circuito del condensatore i due circuiti erano messi in risonanza; condizione, questa, essenziale, come ho già detto, per ottenere una efficiente irradiazione.

Parte del mio lavoro riguardante l'utilizzazione dei circuiti con condensatori accoppiati ad antenne irradianti fu svolta contemporaneamente ai lavori intrapresi dal prof. Braun, senza, tuttavia, che ciascuno di noi fosse al corrente di quanto fatto contemporaneamente dall'altro.

Un ricevitore sintonico è già stato mostrato nella figura 6; esso consiste in un conduttore verticale o antenna connesso alla terra attraverso il primario di un trasformatore di oscillazioni nel cui circuito secondario sono inseriti un condensatore ed un rivelatore. È necessario che il circuito d'aereo e quello del rivelatore siano in risonanza elettrica l'uno con l'altro ed anche in sintonia con il periodo delle onde elettriche trasmesse dalla stazione emittente.

È stato in questo modo possibile utilizzare onde elettriche di basso decremento e mettere in condizione il ricevitore di integrare l'effetto di oscillazioni, comparativamente deboli ma opportunamente regolate, così come, in acustica, due diapason possono influenzarsi l'un l'altro a piccole distanze se sono accordati sullo stesso periodo di vibrazione.

Come è schematizzato nelle figure 9 e 10 è anche possibile di accoppiare ad un unico conduttore emittente parecchi trasmettitori differentemente accordati e ad un'unica antenna ricevente un numero corrispondente di ricevitori, sempre che ciascun ricevitore risponda soltanto alle radiazioni del trasmettitore con cui è in risonanza (9).

Al momento (dodici anni or sono) in cui fu stabilita la prima comunicazione radiotelegrafica fra l'Inghilterra e la Francia, molto si discusse e si dissertò sulla possibilità o meno di utilizzare la telegrafia senza filo su distanze molto maggiori di quelle allora coperte e, in generale, prevalse l'opinione che la curvatura della terra avrebbe costituito un ostacolo insormontabile per le trasmissioni a lunga distanza, così come lo costituisce per i sistemi di telegrafia ottica a grande distanza. Furono previste anche altre difficoltà inerenti al controllo delle considerevoli quantità di energia da utilizzarsi necessariamente per le trasmissioni a grandi distanze. Accadde per la radiotelegrafia quello che spesso accade nelle ricerche dei pionieri: gli ostacoli e le difficoltà previste si dimostrarono o puramente immaginarie o facilmente sormontabili.

Si manifestarono invece altre inattese difficoltà, ed il recente lavoro è stato principalmente dedicato appunto alla soluzione di problemi inaspettati del tutto nel momento in cui si tentò di effettuare collegamenti a grande distanza.

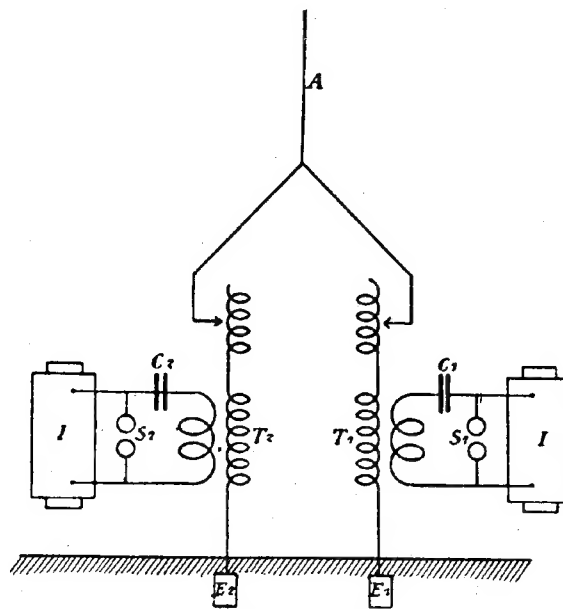


Fig. 9

Per quanto concerne il presunto ostacolo della curvatura della terra, io sono d'avviso che coloro che hanno visto nella forma del nostro pianeta una causa di difficoltà per le radiotrasmissioni non hanno tenuto sufficiente conto del fatto che le connessioni con la terra, sia del trasmettitore sia del ricevitore, generano degli effetti di conduzione a quel tempo non tenuti in giusto valore

Per lungo tempo parve agli studiosi di fisica che le comunicazioni radiotelegrafiche fossero solamente dovute all'effetto della libera radiazione hertziana attraverso lo spazio, e passarono molti anni prima che fosse preso in considerazione ed esaurientemente discusso il probabile effetto della conduttività terrestre fra le stazioni.

Lord Rayleigh nel riferire intorno alla telegrafia transatlantica scriveva nel maggio 1903: " Il considerevole successo di Marconi nelle trasmissioni di segnali attraverso l'Atlantico suggerisce l'idea che la curvatura o diffrazione delle onde attorno alla terra sia superiore a quella prevista e ciò conferisce molto interesse al problema teoretico" (10).

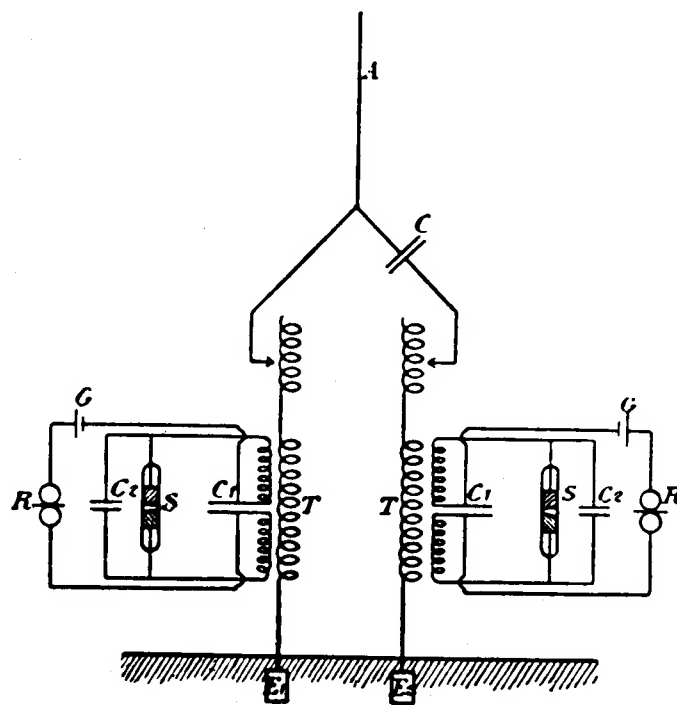


Fig. 10

Il prof. J. A. Fleming nel suo libro *The Principles of Electric wave Telegraphy* (11) fornisce i diagrammi di quella che si ritiene oggi la rappresentazione schematica del distacco di mezzi-anelli di linee di forza elettriche da un semplice conduttore verticale (fig. 11). Come si può facilmente constatare, queste onde non si propagano come libere irradiazioni da un classico oscillatore hertziano, ma scivolano sulla superficie della terra.

Nell'opera citata il prof. Fleming aggiunge ancora: "L'opinione che scegliamo è che le estremità dei semi-anelli di forza elettrica, che terminano perpendicolarmente sulla terra, non possono scorrere sulla superficie di questa se, nell'interno della terra, non vi sono movimenti di elettroni corrispondenti ai movimenti delle onde al disopra di essa. Dal punto di vista della teoria elettronica dell'elettricità ogni linea di forza elettrica nell'etere deve essere una linea chiusa o deve terminarsi alle estremità con elettroni di segno opposto.

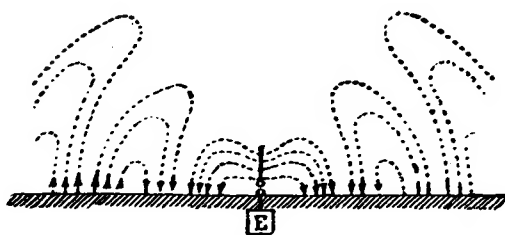


Fig. 11

Se l'estremità di una linea di forza fa capo sulla superficie della terra e su di essa si sposta, vi deve essere da atomo ad atomo uno scambio di elettroni, o un movimento di elettroni in essa. Abbiamo molte ragioni per concludere che i corpi che chiamiamo conduttori sono quelli nei quali gli elettroni possono muoversi liberamente. Quindi i movimenti dei semi-anelli, di forza elettrica che si allontanano da un oscillatore messo a terra o da un'antenna Marconi, sono ostacolati dalla cattiva conducibilità sulla superficie della terra e facilitati sulla superficie di un buon elettrolita come l'acqua del mare ".

Il prof Zenneck (12) ha accuratamente esaminato gli effetti delle antenne trasmittenti e riceventi messe a terra, e ha cercato di dimostrare matematicamente che quando le linee di forza elettrica, costituenti un fronte d'onda, scorrono su una superficie di basso potere induttivo specifico, come la terra, esse si inclinano in avanti, poichè le loro estremità più basse vengono ritardate dalla resistenza del conduttore al quale sono attaccate.

Sembra quindi accertato che la telegrafia senza fili, come essa è attualmente realizzata, dipenda, nel suo funzionamento a grandi distanze, dalla conduttività della terra, e che la differenza di conduttività fra la superficie del mare e quella della terraferma sia sufficiente a spiegare perchè, con la stessa quantità di energia in giuoco, si ottengano comunicazioni su distanze maggiori sul mare che non sulla terra ferma.

Nel 1902 io intrapresi alcune esperienze a Poole in Inghilterra, fra una stazione costiera ed una nave allo scopo di raccogliere dati precisi su tale questione ed ebbi modo di notare che, a distanze eguali, si constatava una percettibile diminuzione dell'energia delle onde ricevute se fra la nave e la stazione costiera veniva a trovarsi interposta una bassa lingua di sabbia larga circa un chilometro.

Ritengo quindi che abbia un qualche fondamento il principio, così spesso criticato, che esposi nel mio primo brevetto inglese del 2 giugno 1896, in base al quale per effettuare trasmissioni attraverso la terra o l'acqua io collegavo un'estremità del trasmettitore ed una del ricevitore alla terra.

Nel gennaio 1901 furono eseguiti con successo esperimenti fra due punti della costa meridionale dell'Inghilterra distanti 186 miglia l'uno dall'altro, fra Punta S. Caterina nell'Isola di Wight e il Lizard in Corno vaglia (13). (Fig. 12).

L'altezza totale delle due stazioni sul livello del mare non superava i 100 metri mentre per superare la curvatura della terra sarebbero stati necessari più di 1600 metri di altezza a ciascuno degli estremi.

I risultati ottenuti con queste esperienze, che a quel tempo costituirono un primato di distanza, parvero indicare che le onde elettriche, prodotte col sistema da me adottato, avrebbero molto probabilmente potuto seguire, nel loro percorso, la curvatura della terra; e quindi anche per distanze grandissime, come quelle che separano l'America dall'Europa, la curvatura della terra non avrebbe costituito una barriera in sormontabile per l'estensione della telegrafia attraverso lo spazio.

Il convincimento che la curvatura della terra non potesse arrestare la propagazione delle onde e il successo ottenuto con i metodi di sintonizzazione per prevenire la mutua interferenza, mi spinsero a decidere, nel 1900, di intraprendere prove sperimentali per determinare se fosse possibile o meno ricevere onde elettriche a distanza di circa 4000 chilometri; tali esperienze, se favorevoli, avrebbero fornito immediatamente la prova della possibilità di stabilire comunicazioni telegrafiche senza fili fra l'Europa e l'America.

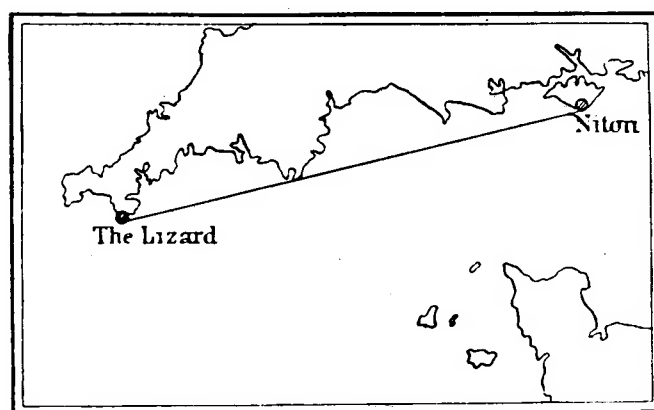


Fig. 12

L'esperienza aveva, a mio avviso, grande importanza dal punto di vista scientifico ed io ero convinto che la scoperta della possibilità di trasmettere onde elettriche attraverso l'Oceano Atlantico e la conoscenza precisa delle reali condizioni nelle quali

poteva funzionare la telegrafia senza fili su tali distanze, avrebbero certamente molto contribuito ad una più completa conoscenza dei fenomeni inerenti alle trasmissioni senza filo.

Il trasmettitore impiantato a Poldhu, sulla costa della Cornovaglia, era sostanzialmente simile a quello di cui ho già parlato, ma realizzato in scala molto superiore a tutti quelli fino allora realizzati (14).

L'impianto generatore di energia aveva una potenza di circa kw. 25. Numerose furono le difficoltà che si dovettero risolvere per poter generare e controllare per le prime volte oscillazioni elettriche di tale potenza.

Per molta parte del lavoro io ebbi valida assistenza dal professore J. A. Fleming, dal sig. R. N. Vyvyan e dal sig. W. S. Entwistle.

Nel corso delle mie precedenti esperienze io avevo avuto modo di convincermi che, per cercare di aumentare la distanza delle comunicazioni non fosse sufficiente limitarsi ad aumentare la potenza della energia elettrica del trasmettitore, ma occorresse anche aumentare la superficie o l'altezza delle antenne del trasmettitore e del ricevitore.

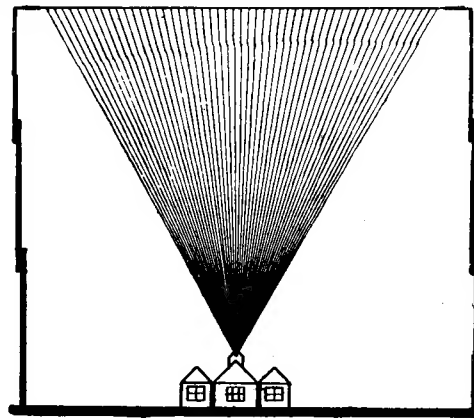


Fig. 13

Poichè sarebbe stato troppo costoso adoperare conduttori verticali di grande altezza, io decisi di aumentarne il numero e le capacità, il che probabilmente avrebbe reso possibile la buona utilizzazione di considerevoli quantità di energia.

La figura 13 mostra la sistemazione dell'antenna trasmittente a Poldhu; essa consisteva in una serie di conduttori disposti a ventaglio, sostenuti da una draglia isolata tesa fra due alberi alti solo 40 metri e distanti 60 metri l'uno dall'altro. Questi conduttori erano riuniti assieme alle loro estremità inferiori ed erano connessi all'apparato trasmittente installato in un edificio.

A scopo di prova era stata anche eretta a Capo Cod, presso New York una potente stazione, ma i lavori di finitura di essa furono ritardati da un uragano che distrusse alberi ed antenne.

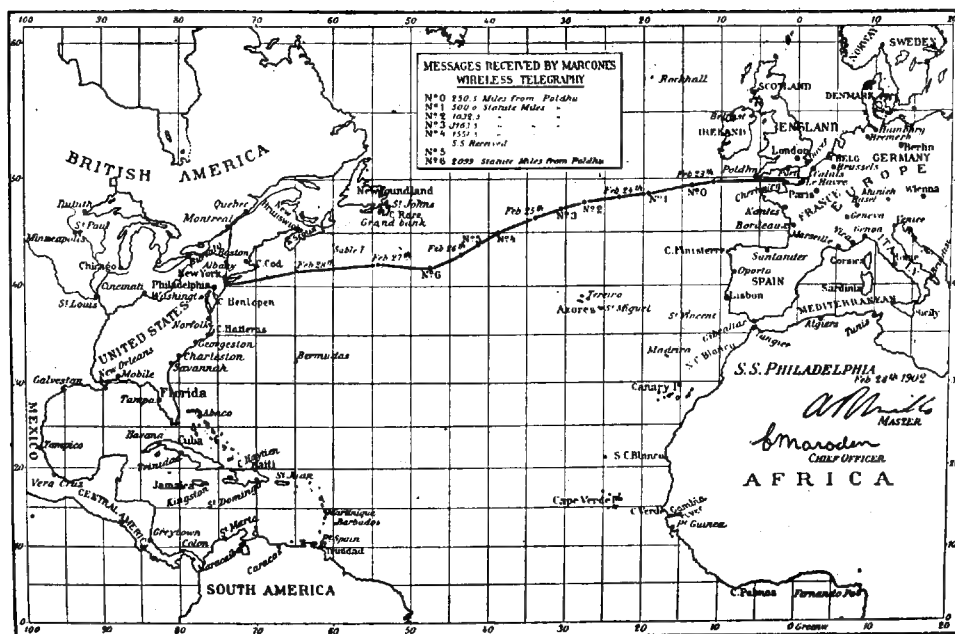
Decisi, di conseguenza, di cercare di intraprendere l'esperienza utilizzando una stazione ricevente installata provvisoriamente a S. Giovanni nel Newfoundland, ove mi recai con due assistenti verso la fine del novembre 1901.

Le prove ebbero inizio al principio del mese di dicembre dello stesso anno e il giorno 12 per la prima volta furono distintamente ricevuti a S. Giovanni i segnali trasmessi dall'Inghilterra. Esperienze di controllo furono eseguite nel febbraio 1902 fra Poldhu e una stazione ricevente installata sul piroscafo *Philadelphia* dell'American Line. A bordo di questa nave furono ricevuti messaggi leggibili per mezzo di un apparato registratore fino a una distanza di 1551 miglia e segnali di prova fino a una distanza di 2099 miglia da Poldhu (fig. 14).

Come si può controllare dai campioni qui presentati, le zone telegrafiche ottenute sul *Philadelphia* a varie distanze dal trasmettitore furono tutte oltremodo chiare e distinte.

Questi risultati, per quanto ottenuti con apparecchi imperfetti, furono sufficienti a convincere me ed i miei collaboratori che, utilizzando stazioni permanenti e di sufficiente potenza, sarebbe stato possibile trasmettere messaggi attraverso l'Oceano così com'era stato possibile trasmetterli su più piccole distanze.

L'ostilità di una Compagnia di cavi che vantava in quella colonia tutti i diritti sulla telegrafia sia senza fili, sia in altra qualsiasi forma, c'impedì di continuare le prove in Newfoundland.



Secondo il prof. Fleming (17) gli effetti della luce diurna dovrebbero essere più sensibili sulle onde lunghe, ma tale affermazione non concorda coi risultati delle mie esperienze. Al contrario, nel corso di recentissime esperienze, per le quali furono utilizzate onde di circa 8000 metri, l'energia ricevuta durante il giorno fu generalmente superiore a quella ricevuta di notte.

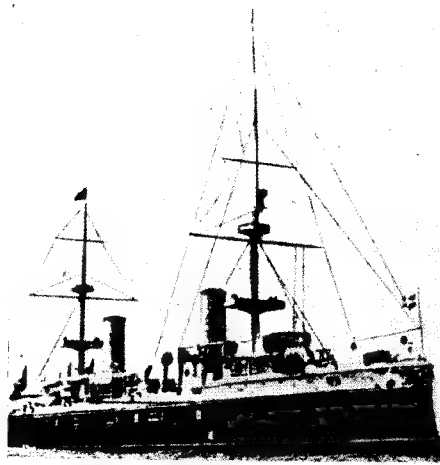


Fig. 15

Resta in ogni caso il fatto che la chiara luce solare ed il cielo azzurro trasparente alla luce, si comportano come una specie di nebbia nei riguardi delle onde relativamente corte, del tipo di quelle utilizzate per le comunicazioni tra le navi. Le condizioni atmosferiche generalmente dominanti in Inghilterra, e probabilmente anche in questo paese, debbono quindi essere considerate generalmente adatte alla radiotelegrafia.

Nel corso del 1902 io intrapresi ulteriori esperienze fra la stazione di Poldhu ed una stazione ricevente montata sull'incrociatore italiano *Carlo Alberto*, cortesemente messo a mia disposizione da S. M. il Re d'Italia (fig. 15) (18).

Svolgendo questi esperimenti constatai un fatto interessante: anche se si utilizzavano onde corte di circa 1000 piedi, le catene di montagne interposte sul loro percorso, come le Alpi od i Pirenei, non producevano, durante la notte, alcuna diminuzione considerevole sulla portata delle comunicazioni. Durante il giorno, anche utilizzando onde molto più lunghe e potenze maggiori, la portata apparente del trasmettitore era notevolmente ridotta dalla presenza di montagne interposte.

Messaggi e telegrammi stampa di considerevole lunghezza furono ricevuti da Poldhu a bordo della nave nelle varie posizioni della nave segnate sulla carta, che qui riproduciamo, e che è una copia di quella allegata al rapporto ufficiale concernente questi esperimenti (fig. 16).

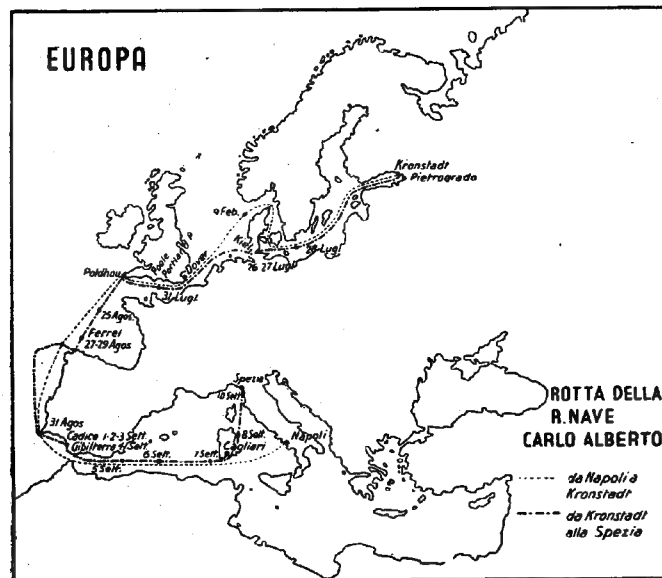


Fig. 16

Grazie all'attivo incoraggiamento ed all'assistenza finanziaria del Governo canadese, fu possibile costruire a Glace Bay in Nuova Scozia una stazione di grande potenza, destinata a mettermi in condizione di continuare le mie prove a grande distanza allo scopo di stabilire, su basi commerciali, una comunicazione radiotelegrafica fra l'Inghilterra e l' America (19).

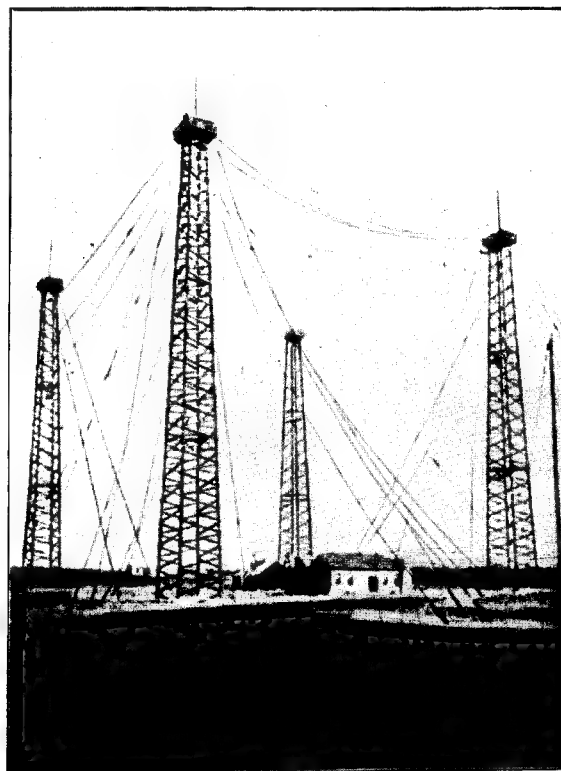


Fig. 17

Nella notte del 16 dicembre 1902 furono scambiati i primi messaggi ufficiali (fig. 17 e 18) tra le stazioni di Poldhu e di Glace Bay.

Poco dipoi furono intraprese ulteriori prove con un'altra stazione di grande portata, installata a Capo Cod, negli Stati Uniti d'America. In condizioni favorevoli fu con essa possibile trasmettere messaggi a Poldhu, ad una distanza di 3000 miglia, impiegando soltanto circa 10 KW di energia elettrica.

Nella primavera del 1903 fu tentata la trasmissione radiotelegrafica di telegrammi stampa dall'America all'Europa, e per un certo tempo, alla fine di marzo ed li principio di aprile, il " Times " di Londra pubblicò notizie telegrafiche trasmesse dal corrispondente di New York attraverso l'Atlantico senza il sussidio dei cavi.

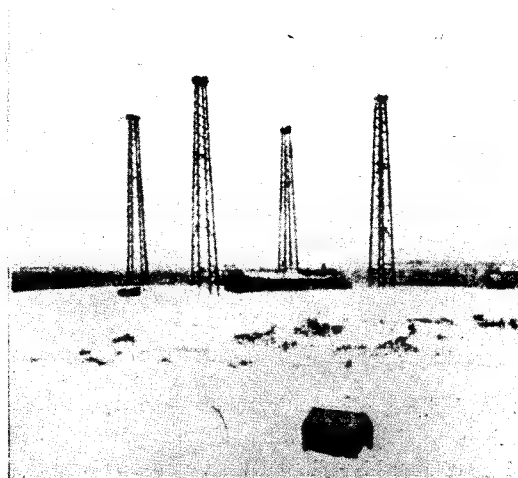


Fig. 18

Un guasto all'isolamento degli apparecchi di Glace Bay rese tuttavia necessario sospendere il servizio e, sfortunatamente, ulteriori incidenti resero incerta e malsicura la trasmissione dei messaggi.

Forte dei risultati di queste esperienze e di altre, che intrapresi, per conto del Governo britannico, fra l'Inghilterra e Gibilterra, io potei erigere una nuova stazione a Clifden in Irlanda, ingrandire quella di Glace Bay nel Canada, ed iniziare, nell'ottobre 1907, comunicazioni a scopo commerciale, attraverso l'Atlantico, tra l'Inghilterra e il Canada.

Benchè fossi stato costretto a metter in funzione le stazioni di Clifden e di Glace Bay prima del loro definitivo completamento, le comunicazioni radiotelegrafiche attraverso l'Atlantico non ebbero a soffrire alcuna seria interruzione durante circa due anni, fino a quando, cioè, nell'autunno di quest'anno, un incendio a Glace Bay costrinse a sospendere il servizio per tre o quattro mesi.

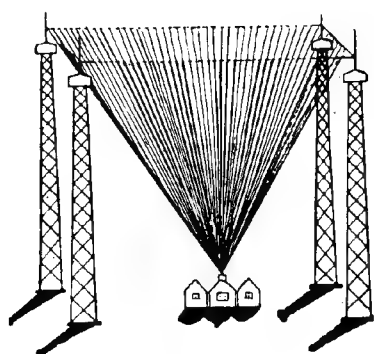


Fig. 19

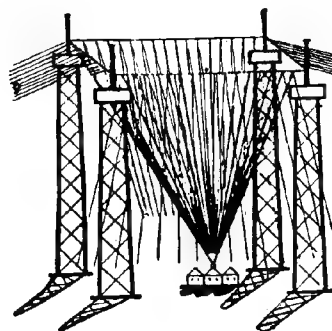


Fig. 20

Questa sospensione, d'altronde, non è forse stata soltanto ed interamente un danno, poichè essa mi ha offerto l'opportunità di procedere all'installazione di macchine più efficienti e moderne.

Le disposizioni degli aerei, da me sperimentati durante le mie prove a grandi distanze, sono illustrate nelle figure 19, 20 e 21 (20). L'aereo illustrato nella figura 21 consisteva in una parte pressochè verticale al centro, di 220 piedi di altezza, sostenuta da quattro torri e connessa alla sommità a 200 conduttori pressochè orizzontali lunghi 1000 piedi ciascuno, tesi radialmente tutt'attorno, e sostenuti, ad un'altezza di 180 piedi da terra, da un cerchio interno di 8 e da un cerchio esterno di 16 piloni. Il periodo naturale di oscillazione di questo sistema di aereo corrisponde ad una lunghezza d'onda di 12.000 piedi.

Nel 1905 furono eseguite esperienze con questo dispositivo e con una lunghezza d'onda di 12.000 piedi ed i segnali trasmessi furono ricevuti, sia pure assai debolmente, attraverso l'Atlantico sia di giorno sia di notte. Il sistema di aereo che finii con adottare per le stazioni di grande portata in Inghilterra ed al Canada è illustrato nella figura 22.

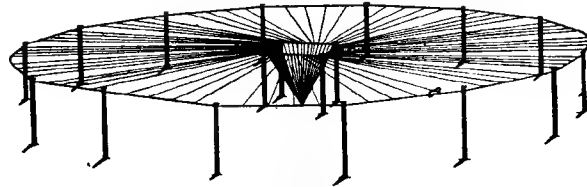


Fig. 21

Questo dispositivo non rende soltanto possibile di irradiare in modo efficiente e di ricevere onde di qualsiasi lunghezza, ma tende anche a concentrare la parte più importante delle radiazioni in una data direzione. La limitazione della trasmissione in una data direzione non è molto esattamente definita, ma i risultati ottenuti con questo tipo di aereo sono in ogni caso straordinariamente utili.



Fig. 22

Vari suggerimenti circa i metodi per limitare la direzione di irradiazione sono stati esposti da numerosi studiosi: fra questi più degni di nota sono quelli del prof. F. Braun, del prof. Artom e dei signori Bellini e Tosi.

In una comunicazione letta alla Royal Society di Londra nel marzo 1906 (21) io dimostrai come fosse possibile, per mezzo di aerei orizzontali, di concentrare le radiazioni emesse principalmente nella direzione del piano verticale, passante per la loro estremità posta a terra. In modo simile è possibile individuare la direzione di una stazione emittente.

I circuiti trasmettenti delle stazioni a grande portata sono costituiti secondo un sistema relativamente recente di generazione di oscillazioni continue o leggermente smorzate, sistema intorno al quale ho avuto occasione di parlare in una conferenza alla Royal Institution of Great Britain il 13 marzo 1908.

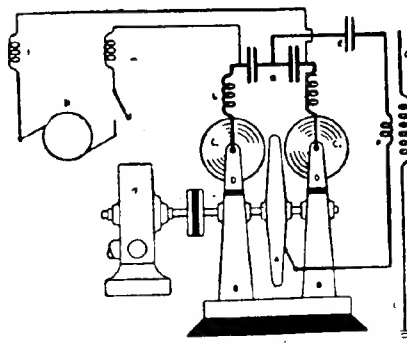


Fig. 23

Un disco metallico isolato A (fig. 23) viene fatto ruotare ad alta velocità per mezzo di un motore elettrico o di una turbina a vapore.

Adiacenti a questo disco, che chiamerò centrale, sono posti altri due dischi, C' e C'', anch'essi rotanti che chiamerò dischi polari. Questi dischi polari hanno le loro periferie molto avvicinate alla superficie o ai bordi del disco centrale. I due dischi polari sono connessi mediante contatti striscianti alle estremità esterne di due condensatori K, collegati in serie, che a loro volta sono connessi per mezzo di due adatte spazzole ai terminali di un generatore, che può essere un generatore di corrente continua ad alta tensione.

Sul disco centrale poggia una spazzola o un contatto a frizione, e fra questo contatto e il punto di mezzo dei due condensatori è inserito un circuito oscillante, costituito da un condensatore E in serie con una induttanza, connessa a sua volta, per induzione, all'antenna irradiante.

L'apparecchio funziona probabilmente nella seguente maniera: il generatore carica il doppio condensatore, rendendo positivo il potenziale di C' e negativo quello di C''. Quando il potenziale è sufficientemente alto si produce una scarica attraverso uno degli spazi d'aria fra i dischi, cioè tra C' ed A. Allora, attraverso l'induttanza F viene a caricarsi il condensatore E e le oscillazioni s'innescano nel circuito. Nella fase di ritorno la carica passerà da A a C'', il cui potenziale è di segno contrario a quello di A, mentre la resistenza dielettrica fra C' ed A viene ristabilita dalla rapida rotazione del disco, che scaccia l'aria ionizzata.

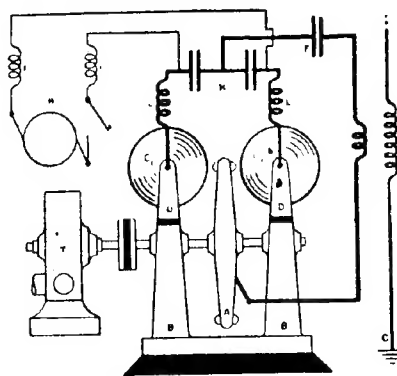


Fig. 24

Il condensatore E si scarica e si ricarica quindi alternativamente in direzioni opposte, e il fenomeno continua fino a tanto che il generatore H fornisce energia ai condensatori K.

È evidente che le cariche fra C' e C'' ed A non sono mai simultanee poichè altrimenti l'elettrodo centrale non potrebbe essere alternativamente positivo e negativo.

I migliori risultati sono stati, per altro, ottenuti utilizzando un dispositivo, schematizzato nella figura 24, in cui la superficie attiva del disco centrale non è piana, ma è costituita da un certo numero di sporgenze di rame regolarmente disposte e distanziate

le une dalle altre, alle estremità delle quali, ad intervalli regolari, si producono le scariche. Ho potuto constatare che con un simile dispositivo ogni treno di oscillazioni può avere un decremento di 0,02.

In questo modo è anche possibile far sì che i gruppi di oscillazioni irradiate riproducano una nota musicale alta e chiara nel ricevitore, facilitando così la distinzione tra segnali trasmessi dalla stazione emittente e rumori causati dalle scariche elettriche atmosferiche.

Con questo metodo può essere ottenuto un rilevante effetto di risonanza in ricevitori appropriatamente progettati.

Importanti modificazioni sono state apportate ai ricevitori utilizzati. Così, fino a qualche anno fa, gran parte della telegrafia per onde elettriche era basata sull'impiego di diversi tipi di coesori o di contatti variabili riattivabili con piccoli colpi o automaticamente.

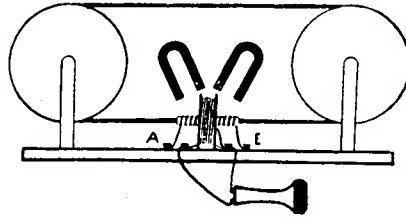


Fig. 25

Attualmente posso asserire che in tutte le stazioni controllate dalla mia Società viene utilizzato esclusivamente il mio ricevitore magnetico (fig. 25) (22).

Questo ricevitore è basato sulla diminuzione di isteresi magnetica che si produce nel ferro quando, in determinate condizioni, questo metallo viene sottoposto all'azione delle onde elettriche di alta frequenza.

Recentemente è stato possibile accrescere la sensibilità di questi ricevitori e di utilizzarli in collegamento con relé ad alta velocità in modo da rendere possibile la registrazione di messaggi a grande velocità.

Per quanto riguarda i trasmettitori merita di essere segnalato il fatto di una certa importanza, ma generalmente poco conosciuto, che nessuno dei dispositivi basati sull'impiego dei condensatori è risultato più efficiente del semplice conduttore aereo verticale, messo a terra attraverso uno spinterometro, di cui io feci uso fin dai miei primi esperimenti (fig. 2 e 3).

Recentemente ho anche potuto confermare l'affermazione del prof. Fleming, contenuta nel suo libro *The principles of Electric Wave Telegraphy*, edizione 1906, a pagine 555, che con una potenza di 8 watt sull'antenna è possibile comunicare a distanze superiori alle 100 miglia.

Ho anche constatato che, con questo metodo, se si utilizzano grandi aerei, si possono trasmettere segnali a 2000 miglia attraverso l'Atlantico con un consumo di energia inferiore a quello messo in gioco con tutti gli altri metodi a me noti.

L'unico inconveniente di tale sistema è d'altra parte che, se non si adoperano aerei molto grandi, la quantità di energia utilizzabile resta limitata dal potenziale oltre il quale gli effluvi e la resistenza dello spinterometro cominciano a dissipare una notevole quantità di energia. Utilizzando spinterometri in aria compressa e inserendo bobine d'induttanza fra l'aereo e la terra si può ottenere che il circuito irradii onde purissime e poco smorzate, molto adatte per una acuta sintonia.

Per quanto concerne il funzionamento generale della telegrafia senza fili è fuori di dubbio che l'estesa applicazione del sistema e il moltiplicarsi delle stazioni hanno facilitato l'osservazione e lo studio di fenomeni non facilmente spiegabili.

Si è così potuto constatare che una normale stazione di bordo di una nave, di circa mezzo KW di potenza, la cui portata si aggira normalmente intorno alle 200 miglia, può occasionalmente trasmettere messaggi a distanze che superano le 1200 miglia. Accade spesso che una nave non riesca a comunicare con una stazione vicina, ma possa corrispondere con straordinaria facilità con una lontana.

Nell'inverno scorso il piroscafo *Caronia*, trovandosi in navigazione nel Mediterraneo, di fronte alle coste della Sicilia, si è trovato più di una volta nell'impossibilità di entrare in comunicazione con le stazioni italiane, ma poté trasmettere e ricevere

messaggi dalle coste dell'Inghilterra e dell'Olanda, pur distanti oltre 1000 miglia e separate dalla nave da gran parte dell'Europa e dalla catena delle Alpi.

Benchè attualmente siano in servizio stazioni di grande potenza per le comunicazioni attraverso l'Atlantico, ed i messaggi possano essere trasmessi sia di giorno sia di notte, sussistono ancora brevi periodi giornalieri durante i quali le trasmissioni dall'Inghilterra all'America, o viceversa, sono difficili. Al mattino ed alla sera, quando, per la differenza di longitudine, la luce diurna o l'oscurità della notte coprono solo in parte il percorso transoceanico, i segnali ricevuti sono deboli e talvolta si interrompono addirittura. Si direbbe quasi che le onde elettriche, nel passare dalla zona illuminata a quella oscura, o viceversa, siano riflesse in modo tale da essere deviate dalla loro normale traiettoria. È assai probabile che non incontreremmo queste difficoltà se trasmettessimo i messaggi su un percorso di ugual lunghezza nord-sud, press'a poco lungo lo stesso meridiano. In tal caso, infatti, il passaggio dalla luce diurna all'oscurità si produrrebbe simultaneamente su tutto il percorso fra i due punti di comunicazione.

Un'altra constatazione curiosa, sulla quale centinaia di osservazioni ripetute per anni non lasciano sussistere dubbi, è che regolarmente, per brevi periodi, all'alba ed al tramonto, ed occasionalmente in altri momenti, un'onda più corta può essere ricevuta attraverso l'Atlantico più facilmente dell'onda più lunga, normalmente utilizzata.

Così a Clifden ed a Glace Bay quando si trasmettevano i segnali con un ordinario circuito accoppiato, atto ad irradiare simultaneamente due onde, una di 12.500 piedi e l'altra di 14.000, accadeva che, mentre normalmente dall'altra parte dell'Oceano era ricevuta l'onda più lunga, regolarmente, circa tre ore dopo il tramonto a Clifden, e tre ore prima dell'alba a Glace Bay, si riceveva con notevole intensità soltanto l'onda più corta.

Il fenomeno durava circa un'ora e si produceva con tanta regolarità che, all'ora stabilita, gli operatori sintonizzavano, regolarmente, i loro apparecchi sull'onda più corta.

Per quanto concerne l'utilità della radiotelegrafia, è fuori dubbio che la sua utilizzazione è ormai diventata indispensabile per la sicurezza della navigazione. I grandi piroscafi e le navi da guerra ne sono ormai tutti muniti, e l'estensione di essa alle navi meno importanti è solo questione di tempo, considerata l'importanza dell'aiuto fornito in caso di pericolo.

Aumenta inoltre sempre più l'impiego della radiotelegrafia come mezzo di comunicazione fra isole, villaggi e città, specialmente nelle Colonie e in contrade di recente sviluppo.

Per quanto grande possa essere l'importanza della telegrafia senza fili per le navi e la navigazione, io credo che essa sia destinata ad avere un'importanza per lo meno eguale come mezzo di comunicazione efficiente ed economico fra parti distanti del mondo e in special modo tra i paesi d'Europa, le loro Colonie, e l'America. In questo momento sto appunto procedendo all'erezione di una stazione di grandissima potenza per il Governo italiano a Coltano. Questa stazione è destinata alle comunicazioni con le Colonie italiane dell'Africa Orientale e con il Sud-America.

Quali che possano essere i suoi attuali difetti e le sue deficienze, la telegrafia senza fili, sempre per grandi distanze, è destinata ad affermarsi, e non soltanto ad affermarsi, ma a progredire e svilupparsi. Se un giorno sarà possibile trasmettere le onde intorno al globo, si troverà forse che le onde viaggianti intorno alla terra potranno essere concentrate agli antipodi della stazione trasmittente. Per questa via si potrà forse trasmettere un giorno i messaggi a paesi lontani con minimo consumo di energia e conseguentemente, con minima spesa.

Ma io abbandono ora il dominio dei fatti concreti per avventurarmi nella regione della speculazione, la quale tuttavia, con la conoscenza del problema gradualmente accresciutasi, promette risultati utili ed istruttivi.

- (1) V. brevetto inglese Marconi n. 12,039, 2 giugno 1896.
- (2) V. " Journal of the Electrical Engineers ", London, 1899, vol. XXVIII, p. 278.
- (3) V. Lettera di LODGE in " The Times ", London, 22 giugno, 1897.
- (4) V. A. SLABY, *Die Funkentelegraphie*, Berlin, 1897, ed. Leonhard Simion, e anche A. SLABY, *The New Telegraphy*, " The Century Magazine ", aprile 1898, vol. 55, pag. 867.
- (5) "Journal of the Institution of Electrical Engineers ", 1899, London, volume XXVIII, pag. 291.
- (6) V. Brevetto inglese n. 12,326 del 1° giugno, 1898; v. anche n. 6,982 del 1° aprile 1899.
- (7) A. BLONDEL e G. FERRIE, *Etat actuel et progres de la télégraphie sans fil*, letto al Congres International d'Electricité, Paris, 1900 e anche «Journal of the Society of Arts », 1901, vol. XLIX, pag. 509.
- (8) V. Brevetto inglese n. 7,777 del 26 aprile 1900, e anche « Journal of the Society of Art », vol XIX, 17 maggio 1901, pag. 510-511.
- (9) V. lettera del prof. FLEMING nel " The Times ", London, 4 ottobre 1900.
- (10) V. " Proceedings of the Royal Society ", vol. 72, 28 maggio 1903.
- (11) V. pag. 348 (pubblicato da Longmans, Green e Co. London, 1906).
- (12) V. J. SENNECK, " Annalen der Physik ", 23, 5, pag. 846, settembre 1908; " Phys. Zeitschrift ", n. 2, pag. 50; n. 17, pag. 553.
- (13) V. " Journal of the Society of Arts " London, vol. XLIX, pag. 512, 1901.
- (14) Royal Institution of Great Britain, Lecture di G. MARCONI, 13 giugno 1902.
- (15) G. MARCONI, *A Note on the effects of Daylight upon the propagation of Electromagnetic Impulses*, " Proceedings of the Royal Society ", vol. 70, 12 giugno 1902.
- (16) Sir J. J. THOMSON, *On some consequences*, " Philosophical Magazine ", agosto 1902, serie 6a, vol 4, pag. 253.
- (17) Prof. J. A.. FLEMING, *The principles of Electric Ware Telegraphy*, pag. 618, London, 1906.
- (18) V. " Rivista Marittima ", Roma, ottobre 1902.
- (19) V. Discorso letto innanzi alla Royal Insitution of Great Britain da G. MARCONI, 13 marzo 1905.
- (20) Vedi anche la conferenza tenuta da G. MARCONI al Reale Istituto di Gran Bretagna il 13 marzo 1908.
- (21) *On methods whereby the radiation of electric Waves may be mainly confined ecc.*, " Proccedings of the Royal Society ", A, vol. 77, 1906.
- (22) G. MARCONI, *Note on a magnetic Detector of electric Waves*, " Proceedings of the Royal Society ", vol. XX, 1902, pag. 341.